Estimació de construccions compromeses per la presència de coves en el litoral del sud i llevant de Mallorca mitjançant l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIGs)

Pau BALAGUER, Francesc GRÀCIA, Damià VICENS i Guillem X. PONS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Balaguer, P., Gràcia, F., Vicens, D. i Pons, G.X. 2017. Estimació de construccions compromeses per la presència de coves en el litoral del sud i llevant de Mallorca mitjançant l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIGs). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 60: 51-63. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'exposen els resultats estimats de l'extensió de construccions (habitatges) i infraestructures construïdes sobre quatre cavitats càrstiques a la franja litoral del Sud i Llevant de Mallorca a partir de l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIGs). L'estudi s'ha basat en l'anàlisi cartogràfic en el que s'ha contrastat la cartografia existent del recorregut de les coves, el mapa topogràfic digital a escala 1/5.000, diverses col·leccions de fotografies aèries i la cartografia digital del cadastre. La informació manejada es troba disponible al visor cartogràfic del Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears S.A. i es pot visualitzar a qualsevol programa de SIG. La cartografia corresponent al recorregut de les cavitats es troba a les publicacions de la revista *Endins*, també disponibles a internet. Els resultat es una estimació dels metres quadrats construïts sobre les coves. D'aquesta manera s'ofereix una informació que podria esser una eina de consulta per a la presa de decisions i contribuir a la sostenibilitat de la zona costanera d'acord amb una concepció integrada de les àrees costeres i marines.
Paraules clau: *SIG, Carst, Mallorca, Gestió Integrada, GIZC.*

ESTIMATE OF CONSTRUCTIONS COMMITTED TO THE PRESENCE OF CAVES ON THE COAST OF THE SOUTH AND EAST OF MALLORCA THROUGH THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS). This work exposes the estimated results of the built area (homes and infrastructures) above four karstic caves located at the coastal fringe in the South and East of the Mallorca Island using Geographical Information Systems (GIS). The study has been based on the analysis of the cartography of the path/extension of the caves, 1/5.000 scale topographic maps, many collections of digital aerial photography and the cartography of the cadastre. The information managed is available in the map viewer of the Geographical Information Service of the Balearic Islands and can be displayed in any GIS program. Cartography of the paths of the caves are in the issues of *Endins* Journal, also available in internet. The result is an estimation of the square meters built above the caves. In this way, we offer a kind of information that could be a decision support tool to contribute to the sustainability of the coastal zone according with the concept of integrity of coastal and marine areas.
Key words: *GIS, karst, Mallorca, Integrated Management, ICZM.*

Pau BALAGUER, Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB); Francesc GRÀCIA, Damià VICENS i Guillem X. PONS, Societat d'Espeleologia Balear; Societat d'Història Natural de les Balears; Departament de Geografia. Universitat de les Illes Balears (UIB).

Recepció del manuscrit: 13-jul-17; revisió acceptada: 2-oct-17.

Introducció

Els resultats preliminars d'aquest treball es varen exposar en forma de resum a Balaguer *et al.* (2013).

Aquest treball calcula inicialment l'extensió de les construccions (habitatges) i infraestructures compromeses per quatre cavitats càrstiques a la franja litoral del Sud i Llevant de Mallorca mitjançant l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIGs). Les cavitats estudiades són La Cova del Drac de Cala Santanyí (Santanyí), Cova Genovesa o Cova d'en Bessó (Manacor), Cova d'es Coll (Felanitx) i Cova d'es Pas de Vallgornera (Llucmajor). La localització de les cavitats estudiades a àrees urbanes costaneres, a on algunes d'elles han experimentat un desenvolupament notable durant les darreres dècades (Vallgornera, Cala Santanyí i Cala Anguila) o bé representen àrees urbanes costaneres tradicionals (es Rivetó a Portocolom), ha motivat la curiositat d'analitzar la possibilitat d'identificar les àrees construïdes (habitatges i infraestructures en general) presumiblement afectades per la presència de cavitats càrstiques. La dilatada tradició espeleològica a Mallorca ha donat lloc a gran quantitat d'articles i publicacions científiques de tota mena que permeten identificar el traçat de moltes cavitats sobre els plànols topogràfics. Al mateix temps la possibilitat de disposar lliurement d'informació territorial en format digital (cartografia temàtica diversa), lliure accés a bases de dades on-line (com per exemple la del cadastre) i la disponibilitat d'eines d'anàlisi de SIG de codi obert, permeten la realització d'aquest estudi i obtenir resultats estimats.

L'objectiu principal de l'estudi és el d'oferir una primera aproximació de l'extensió construïda (habitatges particulars i infraestructures) sobre les cavitats càrstiques estudiades, així com també realitzar un repàs de la normativa relativa a la protecció tant a nivell Europeu, estatal com regional referent a cavitats per a proporcionar noves dades i eines d'anàlisi encaminades a orientar als gestors i actors que participin en els processos de planificació actuals i futurs d'acord amb el concepte de Gestió Integrada de la Zona Costera (GIZC).

Marc físic

Les coves objecte d'aquest estudi es troben a la franja litoral del Migjorn i Llevant de Mallorca (Fig. 1), i es desenvolupen dins dels relleus tabulars post-orogènics (Marines de Migjorn i de Llevant) formats per les calcàries i calcarenites del Miocè Superior (Pomar *et al.,* 1983; Fornós i Gelabert, 1995) que a la base presenta la Unitat d'Esculls i a sobre d'aquesta amb un contacte erosiu, es disposa el Complex Terminal (Pomar *et al.,* 1983) o la unitat Calcàries de Santanyí (Fornós, 1983). La naturalesa carbonatada del rocam i la presència de la zona de mescla entre aigües freàtiques i marines afavoreix la dissolució càrstica i el desenvolupament de les cavitats. Les coves estudiades han estat la Cova del Drac de Cala Santanyí, Cova Genovesa o Cova d'en Bessó, Cova d'es Coll i Cova des Pas de Vallgornera. A continuació s'exposa un breu esbós de les principals característiques de les cavitats tractades per a aquest anàlisi d'acord amb les principals publicacions que les han descrit amb detall.

Cova des Coll

La cova des Coll es troba a la vessant costanera septentrional de Portocolom (Fe-

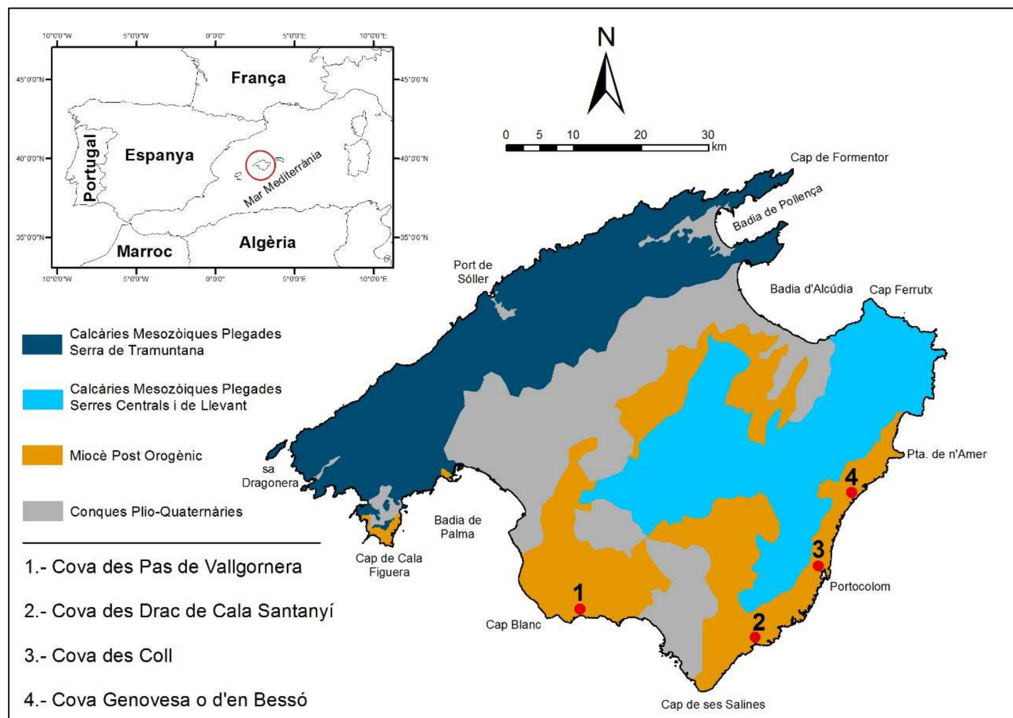


Fig. 1. Localització general de les cavitats estudiades localitzades en el Migjorn i Llevant de Mallorca (Marina de Migjorn/Llucmajor i Marina de Llevant respectivament). Figura modificada de Gràcia *et al.* (2011).

Fig. 1. *General overview and location of studied caves at Southern and Eastern platforms of Mallorca Island (Marina de Migjorn/Llucmajor and Marina de Llevant respectively). Figure modified from Gràcia et al. (2011).*

lanitx), en el seu recorregut travessa es barri d'es Rivetó des de la zona interior (terra endins) d'es Camp Roig fins a la connexió directa amb la mar a la zona de s'Amarador (Fig. 2). La troballa de material arqueològic a la dolina d'entrada (accés actualment obstruït) de la part més enfora de la costa fa pensar que al manco aquella part de la cavitat ja era coneguda des de l'antiguitat (Salvà, 1997), però en principi no hi han publicacions al respecte fins la segona meitat dels anys 90 del segle XX (Gràcia *et al.*, 1997; Salvà, 1997). D'acord amb els treballs acabats d'assenyalar, no és fins a 1994 quan comencen les exploracions de la zona terrestre i és a l'any 1996 quan es descobreixen les galeries sota el nucli urbà (Gràcia *et al.,* 1997). Durant el període comprès entre 2003 i 2005 el Grup Nord de Mallorca inicia els estudis geològics i biològics i es descobreixen noves extensions (Gràcia *et al.,* 2005). Actualment la cova compta amb 7.020 m de recorregut dels quals 5.529 m subaquàtics, 765 m són aquàtics amb cambra d'aire i 726 m són terrestres (Gràcia *et al.,* 2011).

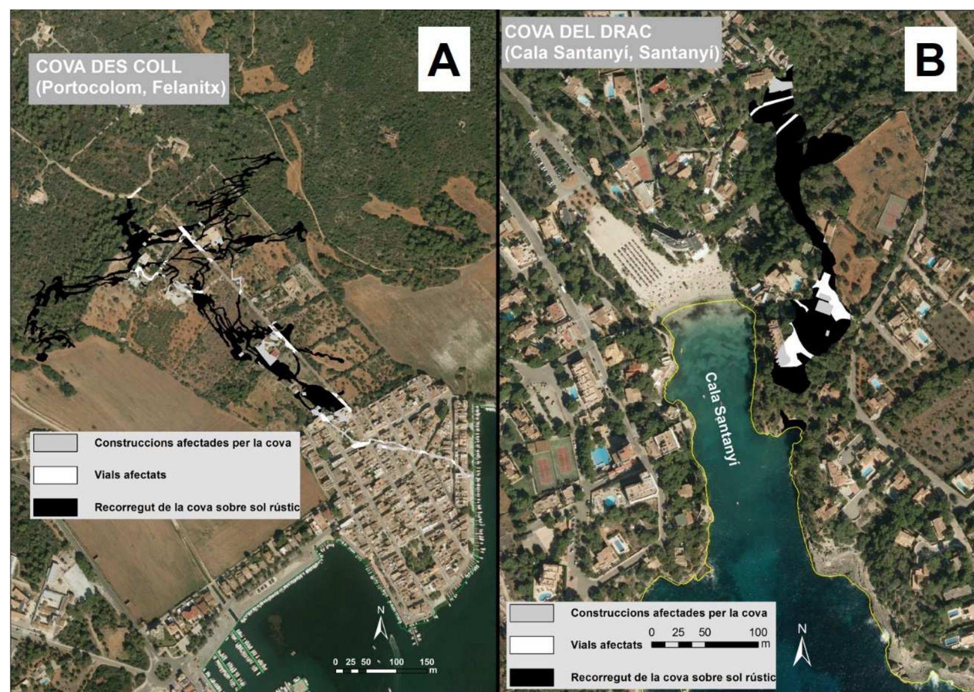


Fig. 2. Representació del recorregut de les coves sobre l'ortofotografia digital de 2012 dels Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears (Sitibsa) i dels vials, construccions i infraestructures construïdes a sobre. **A)** Cova d'es Coll (Portocolom, Felanitx). **B)** Cova d'es Drac de Cala Santanyí (Santanyí).

Fig. 2. *Display of the path of the caves over the digital aerial photography of 2012 from the Geographic Information Service of the Balearic Islands (Sitibsa) and the streets, homes and infrastructures built over the caves. A) Cova d'es Coll (Portocolom, Felanitx). B) Cova d'es Drac de Cala Santanyí (Santanyí).*

Cova del Drac de Cala Santanyí

La Cova del Drac de Cala Santanyí es troba al municipi de Santanyí, es localitza al vessant Nordoriental de la Cala i presenta una connexió directe amb la línia de costa (Fig. 2). Les característiques principals de la cova s'han extret del treball de Gràcia *et al.* (1998) en el que es realitza una compilació de l'evolució del coneixement d'aquesta cavitat. La sala d'entrada de la cavitat ja era coneguda des de l'antiguitat essent utilitzada d'ençà temps pretalaiòtics, ja que aquesta part és la més accessible. L'any 1968 varen començar els primers treballs de topografia que es publiquen en el primer treball que descriu la cavitat des d'una perspectiva espeleològica i genètica (Montoriol, 1970), no és fins els anys 1997-1998 quan s'engeguen els treballs de topografia submarina. El recorregut actual de la cova és de 803 m, dels quals 191 m són aeris i 612 m són subaquàtics.

Cova Genovesa o Cova d'en Bessó

La cova Genovesa es troba a la franja litoral de Manacor, i es localitza al nord-

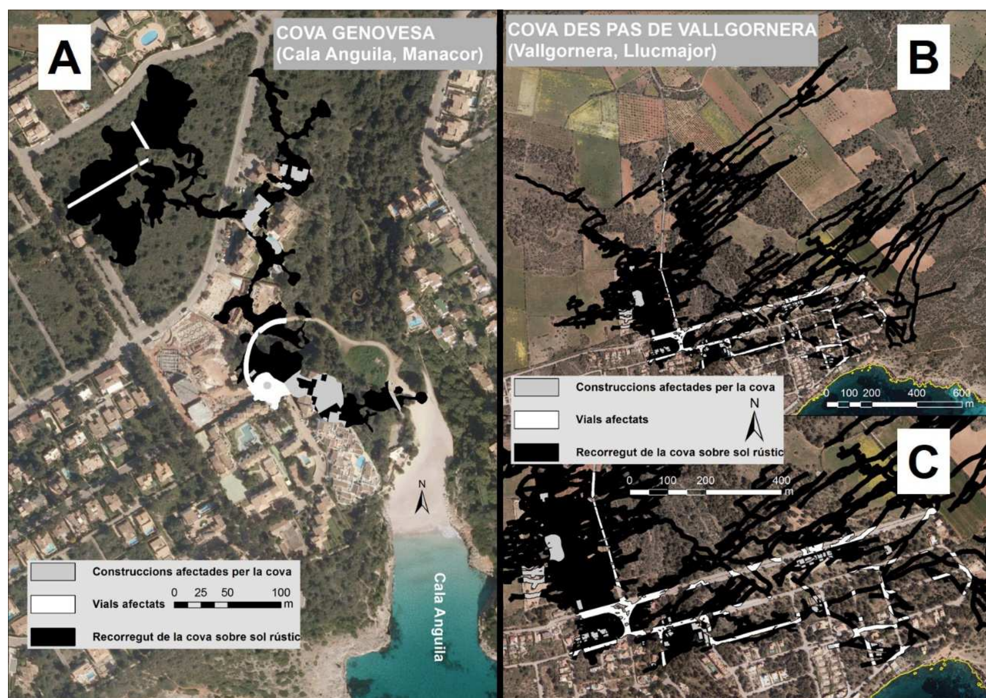


Fig. 3. Representació del recorregut de les coves sobre l'ortofotografia digital de 2012 dels Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears (Sitibsa) i dels vials, construccions i infraestructures construïdes a sobre. **A)** Cova Genovesa (Cala Anguila, Manacor). **B)** Vista general del recorregut de la Cova d'es Pas de Vallgornera (Vallgornera, Llucmajor). **C)** Detall de l'àrea afectada per les construccions i vials de la Cova d'es Pas de Vallgornera.

Fig. 3. *Display of the path of the caves over the digital aerial photography of 2012 from the Geographic Information Service of the Balearic Islands (Sitibsa) and the streets, homes and infrastructures built over the caves.* ***A)*** *Cova Genovesa (Cala Anguila, Manancor).* ***B)*** *General view of the path of the Cova d'es Pas de Vallornera (Vallgornera, Llucmajor). C) Detailed view of the area of the cave affected by homes, infrastructures and streets (Cova d'es Pas de Vallgornera).*

oest de Cala Anguila amb la que presenta una connexió amb la part interior de la cala (Fig. 3). Les principals característiques que es descriuen a continuació s'han extret dels treballs de Gràcia *et al.* (2003; 2011) en el que es realitza una compilació de les cavitats de la franja litoral de Mallorca. La primera referència bibliogràfica que parla d'aquesta cova és de Veny (1968) i es tracta d'un treball de caire arqueològic. La primera topografia es va realitzar l'any 1973 i l'any 1988 es varen dur a terme les primeres immersions subaquàtiques (Ainley, 1988). Durant l'any 2000 es reprèn l'activitat exploradora i es completa la topografia de la cavitat tal com la coneixem a l'actualitat (Gràcia *et al.,* 2003). El recorregut actual de la cova és de 2415 m, dels quals 1825 m són subaquàtics, 90 m corresponen a trams amb llacs amb cambres d'aire i 500 m de zona vadosa.

Cova des Pas de Vallgornera

La cova des Pas de Vallgornera és la més extensa de les coves estudiades, de fet és la cavitat de major recorregut de les Illes Balears. Es troba al municipi de Llucmajor, a la zona de l'urbanització de Vallgornera en el sector oriental de la marina de Llucmajor (Fig. 3). La informació obtinguda d'aquesta cavitat prové principalment dels treballs de Merino (1993; 2000), Merino *et al.* (2011; 2014) els quals realitzen un repàs complet de l'evolució del descobriment de la cova, així com també tota la informació de les seves característiques. El descobriment de la cova va esser l'any 1968 arrel d'unes excavacions destinades a construir un pou negre per a l'hotel Es Pas (actualment abandonat i en ruïnes) i tot seguit s'estudià la possibilitat d'explotar-les turísticament i per a aquesta finalitat es dugueren a terme les primeres exploracions de la cavitat durant els anys 70, així com també es realitzà una topografia primigènia (Collignon, 1982). Abandonada la idea d'explotar-la turísticament, les exploracions també es deixaren de banda i no és fins a principis dels anys 90 del segle XX quan s'obté una primera topografia (Merino, 1993), aquest sector inicialment descrit de la cova es coneix com a "sector antic". Entre els anys 1994 i 1999 es descobriren nous trams (fins als 6.500 m aproximadament de recorregut) anomenats "noves extensions" (Merino, 2000). Posteriorment entre 2004 i 2011 hi hagué una intensa activitat exploradora i es descobreixen gairebé la totalitat del recorregut actual de la cova, aquests nous trams reben el nom de "descobriments 2004" (Merino *et al.,* 2011). Actualment la cova té un recorregut d'uns 75 km amb més de 17 km de recorregut d'extensions subaquàtiques (Merino *et al.,* 2014).

Materials i mètode

L'anàlisi cartogràfic dut a terme per a determinar les construccions i infraestructures localitzades sobre el recorregut de les cavitats s'ha basat en les topografies pre-existents de les coves que es troben publicades a la revista Endins disponibles a la xarxa (www.raco.cat). Les topografies de la cova des Coll, cova Genovesa i cova del Drac de Cala Santanyí es poden aconseguir en el treball de Gracia *et al.* (2011) que realitza una compilació de les principals cavitats subaquàtiques del Sud i Llevant de Mallorca. La topografia de la cova des Pas de Vallgornera, la més extensa de les estudiades alhora de les Balears, ha estat la més complexa d'interpretar, es varen consultar els plànols dels treballs de Merino (2000) i Merino *et al.* (2011), però la manca de punts de control per a georreferenciar, amb una mínima qualitat, bona part de la cova (descobriments de 2004-2011) s'ha hagut de complimentar amb un plànol topogràfic actualitzat lliurat personalment pel Dr. Joaquín Ginés. Les georeferenciacions dels plànols del recorregut de les coves s'han realitzat, mitjançant el programa de SIG Arcmap 10, sobre la fotografia aèria de 2012 disponible al servei de visualització de cartografia (WMS) del SITIBSA. L'error quadràtic mitjà (RMS) obtingut en el procés de georeferenciació és de: 2,6 m per a la cova des Coll, 5,9 m per a la cova Genovesa, 2,1 m per a la cova des Drac de Cala Santanyí i d'1,2 a 2,4 m per a la cova des Pas de Vallgornera.

Les imatges del recorregut de les coves georreferenciades s'han digitalitzat i convertit a format *shapefile* (.shp) obtenint-se una base cartogràfica digital per a cada cova i amb la qual s'ha pogut calcular l'àrea estimada de la cova, i encreuar amb la cartografia corresponent a les

edificacions del MTB de 2006 d'escala 1/5.000 a fi i efecte de saber les construccions i infraestructures compromeses amb el recorregut de la cova (Figs. 2 i 3). La digitalització de la Cova des Pas de Vallgornera s'ha dividit en dues parts, per una part s'ha digitalitzat el plànol de la primera topografia de la cova (Merino, 2000) (RMS de 2,4 m) i per l'altra part s'ha digitalitzat la cavitat sobre la cartografia lliurada pel Dr. Joaquín Ginés (RMS d'1,2 m) (descobriments 2004-2011). D'aquesta manera la base cartogràfica digital de la Cova des Pas de Vallgornera s'ha obtingut a partir de la combinació d'ambdues digitalitzacions fruit de georeferenciacions diferents.

El següent pas s'ha basat en la consulta de la cartografia del cadastre (disponible al visor cartogràfic del SITIBSA) amb la finalitat de saber l'any de construcció de les habitatges i propietats compromeses amb el recorregut de la cova.

Resultats

Els resultats obtinguts arrel de l'anàlisi desenvolupat en aquest treball ha estat possible gràcies a la disponibilitat dels coneixements previs sobre les coves. A la Taula 1 es recullen els m^2 de les construccions i infraestructures que coincideixen amb el recorregut de les cavitats càrstiques. Com a resultats més rellevants destaquen que la cova més afectada per construccions i infraestructures suprajacents és la de Vallgornera i la que presenta una major proporció de construccions és la del Drac de Cala Santanyí, en quant a la data de construcció dels habitatges, destaca la cova des Coll, que travessa la barriada d'es Rivetó de Portocolom amb construccions anteriors a la primera meitat del segle XX.

La digitalització del recorregut de la cova sobre la cartografia digital i ortofotografies aèries del Sitibsa mitjançant la utilització de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIGs) (Figs. 2 i 3) permet determinar l'extensió en planta estimada de cada cova (Taula 1), essent de més de 400.000 m^2 estimats de planta de la Cova des Pas de Vallgornera, els més de 26.000 m^2 de la Cova des Coll, més de 21.000 m^2 de la Cova Genovesa y uns 9.000 m^2 corresponents a la Cova del Drac de Santanyí (Taula 1).

A la Taula 1 s'ha intentat reflectir de manera cronològica la relació entre el grau de coneixement de les coves (exploracions, any d'edició de les topografies) i l'evolució de les construcció a sobre de les coves. Destaca el grau de desenvolupament de construccions sobre el recorregut de les coves d'es Coll i d'es Pas de Vallgornera amb dates de construcció molt posteriors a les dates en les que ja es tenia un coneixement gairebé complet del recorregut de les coves, així destaquen els més de 900 m^2 i 2.000 m^2 construits sobre les coves d'es Coll i d'es Pas de Vallgornera respectivament, després de que ja es tingués un mapa complet del seu recorregut (Taula 1).

Implicacions amb la gestió. Legislació referent a coves

La Comissió Mundial sobre Àrees Protegides (WCPA) enumera una sèrie de raons les que demostren la importància d'aquests sistemes naturals de cara al manteniment de la biodiversitat de fauna específica i especialment adaptada a aquests ambients de manera que fa necessària la seva conservació. Aquestes raons són: a) constitueixen hàbitats d'espècies de fauna en perill d'extinció, b)

constitueixen àrees importants per a l'estudi d'aspectes geològics, geomorfològics, paleontològics, prehistòria i història, entre d'altres, c) poden esser observatoris adequats per al coneixement hidrogeològic regional, així com també, en el cas que ens ocupa, el seu estudi contribuir a tenir un millor coneixement dels diferents estadis climàtics i canvis eustàtics esdevinguts durant el Quaternari d) algunes d'elles poden esser utilitzats per a finalitats de turisme i esbarjo.

D'acord amb la seva importància, les cavitats presenten proteccions legals, tant en forma de directives, lleis i/o plans de gestió a nivell europeu, estatal i regional/local. Les cavitats estudiades són considerades com a Llocs d'Interès Comunitari (LIC) d'acord amb la directiva 92/43/CEE relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la flora i fauna silvestres. Per altra banda la Xarxa Natura 2000, que es conforma per les directives Hàbitat i la Directiva aus (2009/147/CE) fou dissenyada per a protegir fins a un total de 220 hàbitats presents a la Unió Europea que inclouen al voltant de 1000 espècies, considera les coves com a ZEC (Zones d'Especial Conservació) al mateix temps que reconeix dos hàbitats que estan constituïts per les coves, aquests són els hàbitats inclosos dins de la secció vuitena com a hàbitats rocosos i coves amb els codis 8310 coves no explotades pel turisme i 8330 Coves marines submergides i semi-submergides.

A nivell estatal, la Llei 42/2007 sobre la conservació del Patrimoni Natural i Biodiversitat, es la llei marc espanyola per a la conservació del medi ambient i constitueix la transposició a la normativa europea (diferents Directives referents a medi ambient) del cos legislatiu espanyol en aquesta matèria. Aquesta Llei també reconeix explícitament els hàbitats codificats acabats d'esmentar.

La Llei del sòl espanyola vigent (aprovada pel Reial Decret Legislatiu 2/2008 de 20 de Juny i modificada pel Reial Decret Legislatiu 7/2015 pel qual s'aprova el text refós de la Llei del Sòl i Rehabilitació Urbana) té una sèrie d'articles que es refereixen al subsòl però cap d'ells fa una referència explícita al cas de les coves i/o cavitats subterrànies. En canvi considera el subsòl com a part del terreny de manera que el propietari d'un terreny també ho és del subsòl, no obstant ha de respectar el desenvolupament sostenible i no comprometre els valors ambientals d'acord amb la legislació específica (suposem legislació específica en matèria de medi ambient i explotació de recursos d'interès general).

Els articles 2d, 6a, 12.2, 22.5a, 26.1a i b, 53.1 i 54.4 de forma molt més extensa, detallada i tècnica contemplen l'acabat d'exposar. Respecte al règim de titularitat de les coves, aquestes són de titularitat privada si es troben a terrenys privats excepte les que es troben dins àmbits de domini públic hidràulic i domini públic marítim i terrestre.

La vigent Llei de Mines de l'Estat Espanyol de l'any 1973 (Llei 22/1973 de 21 de Juliol) a l'article 2 exposa que tots els jaciments d'origen natural i recursos geològics són bens d'origen públic. Per altra banda la Llei d'Aigües Espanyola (Reial Decret Legislatiu 1/2001 de 20 de Juliol) a l'article 2 estableix que els aqüífers formen part del patrimoni públic hidràulic i a l'article 12 determina que els propietaris dels terrenys no podran fer obres que afectin la qualitat de les aigües subterrànies, així com també no podran fer extraccions sense autorització prèvia. I per acabar, la Llei de Patrimoni Històric (Llei

Coves estudiades (dades en m²)				
Any de construcció	**Cova des Coll**	**Cova Genovesa**	**Cova del Drac de Cala Santanyí**	**Cova d'es Pas de Vallgornera**
1920	260			
1925	9			
1930	44			
1940	74			
1950	82			
1960	71			
1961	55			
1966	45			
1968		Descoberta	descoberta 1ª topo.	descoberta
1969	411			705
1970	51			241
1973		1ª topografia		140
1975		108		
1978			597	
1980	214	23		274
1981			16	
1982				primer croquis
1984		1.601		
1985		1eres immersions		27
1988		258		10
1989				44
1990	57			
Anys 90 indet.			737	353
1991	108			
1993				1ª topografia
1994	part terrestre (50)			
1996	exploració nucli urbà		exploració subaquàtica	
1999	8			
2000		explora. actuals		noves extensions
2001	30		199	
2003				493
2004	167			descobriments 2004
2006				418
2007				213
2008	73			
2009	45			
2010-2012	613	940		1.458
m² construccions / habitatges	2.467	2.930	1.549	4.376
m² vials	2.002	440	205	18.540
total construït	4.469	3.370	1.754	22.916
àrea Cova	26.553	21.572	9.332	432.946
% cova afectada per construccions	17	16	19	5

Taula 1. Taula de resultats generals a on s'exposa, per ordre cronològic, l'any en el que construïren habitatges sobre el recorregut conegut de la cova i estimació dels m² que ocupen. Els total construït sobre el recorregut de la cova és el resultat de la suma dels m² corresponents a construccions i als m² corresponents als vials públics (carrers) i privats (p.e. aparcaments privats).

Table 1. *Table of general results, exposed by chronological order, year of construction of homes and infrastructures and it extension (m²) over the path of the caves. Total built over the cave is the sum of the m² regarding to homes and infrastructures, and m² regarding to public and private (e.g. parkings) streets/vials.*

16/1985 de 25 de Juny) estableix que formen part del patrimoni històric Espanyol aquells que es trobin tant al sòl com al subsòl, incloent-se els elements geològics i paleontològics que tinguin relació amb la història de l'home i també són de domini públic, hagin estat descoberts per excavacions, moviments de terres o accions de qualsevol tipus malgrat hagui estat per casualitat.

A nivell regional, la referència més explícita en quant a legislació i gestió per a la realitat de les coves és el Pla de Gestió Natura 2000 Coves de la Direcció General de Medi Natural de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. Aquest Pla es va aprovat pel Decret 14/2015 de 27 de març i la seva motivació era quasi bé obligatòria degut a la riquesa biològica i singularitat geològica i geomorfològica de les cavitats hipogees de les Illes Balears. La seva finalitat és la d'adequar la gestió de les cavitats incloses dins de la Xarxa Natura 2000 al que disposa la Llei 42/2007 i a les directrius de conservació de la Xarxa Natura 2000 a Espanya. La justificació d'aquest pla està motivat pel fet que les coves formen un sistema càrstic hipogeu complex que traspassa els àmbits de la pròpia cavitat, de manera que aquest pla de gestió haurà de tenir en compte la superfície necessària per a mantenir un estat de conservació favorable per als hàbitats i espècies pels que ha estat inclòs a la Xarxa Natura 2000. De manera que d'acord amb la Llei 42/2007s'han d'aplicar mesures preventives dirigides a evitar les activitats que impliquin el deteriorament d'aquests hàbitats naturals i de les espècies que hi viuen i en depenen. Les mesures s'hauran d'aplicar sobre les activitats que puguin afectar negativament les cavitats independentment de que aquests es desenvolupin dins l'àmbit de la Xarxa Natura 2000. El pla inclou un total de 30 coves entre les quals es troben les que s'analitzen en aquest estudi, dona informació sobre els tipus de coves contemplades, figures de protecció que afecten a la part superficial de les coves, inventari d'usos dels terrenys, les estructures de gestió i agents implicats relacionats en la gestió d'aquetes i un recull complet del marc legal i planificació sectorial que afecta la gestió de les cavitats.

Discussió i conclusions

Els resultats obtinguts s'han d'interpretar a mode d'aproximació però la seva utilitat radica en la informació que proporcionen als propietaris de les habitatges, així com a les administracions tant locals com autonòmiques en matèria d'ordenació del territori i planificació urbanística.

També es precís considerar que les dades obtingudes basades en el càlcul cartogràfic poden tenir vàries fonts d'error derivades de: 1) la cartografia original de les coves i possibles distorsions posteriors (la cartografia de les cavitats es realitza respecte del Nord magnètic que presenta una desviació del Nord geogràfic), 2) procés de georeferenciació i 3) procés de digitalització del traçat de la cova al programa de SIG. D'acord amb l'acabat d'exposar, es tracta d'un treball aproximatiu el qual no assegura que les cases, construccions i/o infraestructures parcialment construïdes sobre coves estiguin sobre d'aquestes i les es trobin a les proximitats dels traçats de les coves tampoc implica que estiguin 100% fora de perill d'un potencial col·lapse.

Com a tasques pendents de l'estudi destaca la determinació de la potencia del rocam pels sectors dels recorreguts de les coves així com la delimitació dels sectors inundats/terrestres sobre la cartografia digital elaborada. D'aquesta manera serà possible determinar diferents graus de vulnerabilitat dels terrenys en els que es desenvolupen les coves, amb especial interès a àrees urbanes.

Actualment existeix una certa confusió a nivell jurídic sobre els aspectes derivats de les coves, per aquest motiu a l'aparat d'implicacions amb la gestió s'han exposat totes les lleis que s'han trobat amb alguna relació amb coves i/o subsòl (malgrat coves i subsòl no sempre signifiquen el mateix). El recull normatiu no ha estat del tot senzill ja que a falta d'una legislació específica sobre coves hem hagut de recórrer a cercadors temàtics i a fòrums de discussió sobre aspectes legals més relacionats amb subsòl que no amb coves. La jurisprudència d'una cova o cavitat sobre un terreny determinat s'ha d'establir a partir de la interpretació d'una sèrie de lleis i de normativa específica relacionada amb aspectes medi ambientals i sobretot de caire urbanístic (Llei del Sòl: Reial Decret Legislatiu 2/2008 de 20 de Juny i modificada pel Reial Decret Legislatiu 7/2015). Els conflictes derivats de la propietat del subsòl que afecten a les coves normalment es ressolen amb normativa de caire urbanístic ja que aquests solen tenir lloc sobre sòl urbà. D'acord amb els fòrums de discussió consultats, els conflictes d'usos i propietat de cavitats sobre sòl rústic no són focus de "conflicte" com en els casos que tenen lloc sobre el sòl urbà.

A l'estat espanyol no existeix una legislació específica general sobre coves com Puerto Rico (*Ley 111 de 12 de Julio de 1985 para la Protección y Conservación de Cuevas, Cavernas y Sumideros de Puerto Rico*) que d'entre altres limitacions i regulacions, explicita clarament la impossibilitat de construir sobre les coves i a Japó (a on s'estableix una profunditat mínima de 50 m, sobre la qual, ell propietari del terreny té dret a esser indemnitzat segons es tipus de limitacions i servituds que se l'imposin). Seria precís determinar un cos legal específic per a coves amb la finalitat d'aclarir aspectes com per exemple: a) usos permesos, prohibits i compatibles, b) una determinació clara de la propietat d'acord amb el grau de profunditat de la cavitat, c) règim d'explotació de recursos d'acord amb el grau de protecció i gestió de caire ambiental i d) determinar àrees de major o menor perillositat al sòls urbans i urbanitzables per a garantir la integritat dels bens i de les persones, entre d'altres a considerar. Avui en dia sorgeixen interrogants sobre si només es protegeix l'entrada de les coves, o bé, sobre quines limitacions hi podrien haver sobre les accions de modificacions d'usos del sòl i impactes urbanístics sobre el recorregut de les coves que amb la legislació actual són difícils d'aclarir i poden interpretar-se amb certa ambigüitat.

Malgrat els resultats de caire aproximatiu, aquest treball es una convidada a la reflexió a la pressa de decisions donada l'elevada potencialitat a trobar coves i noves extensions d'aquestes a les àrees costaneres formades per calcàries i calcarenites del Miocè Superior (Fig. 1) amb sectors amb una elevada pressió urbana. A la Taula 1 es pot observar que en la major part dels casos estudiats, la coneixença del recorregut de les coves no ha estat un impediment per al desenvolupament urbà.

Com a conclusió final i d'acord amb els propòsits de la sostenibilitat medi ambiental a les zones costaneres i amb la finalitat

d'assegurar la integritat dels bens i de les persones, es podria pensar en l'establiment d'àrees amb diferents graus de vulnerabilitat sobre el recorregut de les coves. Fins i tot plantejar-se possibles dates de caducitat de certes infraestructures i equipaments localitzats a àrees amb un cert perill potencial de col·lapse. Per a materialitzar aquests propòsits implicaria la necessitat d'elaborar, de forma paral·lela, complexos sistemes de compensació per a aquells propietaris amb permisos prèviament concedits d'acord amb la legislació vigent. La concepció de la zona costanera com a un sistema integrat d'acord el concepte de Gestió Integrada de les Zones Costeres i Marines (GIZC) fa palesa la necessitat d'aquests tipus d'estudis que aportin informació complementària.

Agraïments

L'autor Guillem X. Pons forma part del projecte d'investigació: *"Crisis y reestructuración de los espacios turísticos del litoral español"* (CS02015-64468-P) del Ministeri d'Economia i Competitivitat (MINECO) i del Fons Europeo de Desenvolupament Regional (FEDER) del qual ha aportat dades i ha contribuït a fer possible aquest treball.

Bibliografia

Balaguer, P, Gràcia, F., Vicens, D. i Pons, G.X. 2013. Estimació de construccions compromeses per la presència de coves en el litoral del sud i llevant de Mallorca mitjançant l'ús de sistemes d'informació geogràfica (SIGs). Dades preliminars. In: Pons, G.X., Ginard, A. i Vicens, D. (edit.). VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Soc. Hist. Nat. Balears. 85-87.

Collignon, M. 1982. Une première des spéléos namurois a Majorque (Espagne). Au Royaume d'Hades. Groupe Spéléo Namur-Ciney, 2: 15-26.

Fornós, J.J. 1983. Estudi sedimentològic del Miocè Terminal de l'illa de Mallorca. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. Inèdit.

Fornós, J.J. i Gelabert, B. 1995. Litología i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 27-43.

Gràcia, F., Watkinson, P., Monserrat, T., Clarke, O. i Landreth, R. 1997. Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.

Gràcia, F., Clamor, B., Aguiló, C. i Watkinson, P. 1998. La cova des Drac de cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66.

Gràcia, F., Jaume, D., Ramis, D., Fornós, J.J., Bover, P., Clamor, B., Gual, M.A. i Vadell, M. 2003b. Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia i arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.

Gràcia, F., Clamor, B., Jaume, D., Fornós, J.J., Uriz, M.J., Martín, D., Gil, J., Gracia, P., Febrer, M. i Pons, G.X. 2005. La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.

Gràcia, F., Clamor, B., Gamundí, P., Fornés, J.J. i Watkinson, P. 2011. Cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. *Endins* 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 103-132.

Merino, A. 1993. La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.

Merino, A. 2000. Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.

Merino, A., Mulet, A., Mulet, G., Croix, A., Kristofersson, A., Gràcia, F., Ginés, J i Fornós, J.J. 2011. La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). La cavitat de major desenvolupament de les

Illes Balears. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 147-164.

Merino A., Mulet A., Mulet, G., Croix, A., Kristofersson, A., Gràcia, F. i Perelló, M.A., 2014. Cova des Pas de Vallgornera, (Mallorca, Spain): history of exploration and cave description. International *Journal of Speleology*, 43 (2), 95-104.

Montoriol-Pous, J. 1970. Nota sobre la Cova del Drac de Santanyí (Mallorca, Baleares). Speleon, 17: 41-45.

Pomar, L., Esteban, N., Calvet, F. i Barón, A. 1983. La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. In: Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J.J. i Rodríguezperea, A. (eds.) El Terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 83. Institut d'Estudis Baleàrics. Universidad de Palma de Mallorca. 139-175.

Salvà, B. 1997. Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps. *Endins*, 21: 93-101.